

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①1 DE 3840772 A1

②1 Aktenzeichen: P 38 40 772.8
②2 Anmeldetag: 3. 12. 88
④3 Offenlegungstag: 7. 6. 90

⑤1 Int. Cl. 5:
C07F 17/00

C 07 C 11/02
C 07 C 11/06
C 07 C 13/02
C 07 C 11/12
C 07 C 2/34
C 07 C 2/38
C 07 C 2/42
B 01 J 31/22
C 08 F 4/64
B 01 J 23/42
// B01J 27/10,
C08F 4/58,4/642,
4/646

⑦1 Anmelder:
Hoechst AG, 6230 Frankfurt, DE

⑦2 Erfinder:
Antberg, Martin, Dr., 6238 Hofheim, DE; Böhm,
Ludwig, Dr., 6234 Hattersheim, DE; Rohrmann,
Jürgen, Dr., 6237 Liederbach, DE



⑤4 Verfahren zur Herstellung einer heterogenen Metallocenkatalysatorkomponente

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer heterogenen Metallocenkatalysatorkomponente aus einem geeignet substituierten Metallocen der 4. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente und einem Poly(methylhydrogensiloxan) unter Mitwirkung eines Katalysators. Die Metallocenkomponente und ein geeignetes Aluminoxan lassen sich als Katalysator zur Polymerisation von 1-Olefinen, cyclischen Olefinen, Diolefinen und cyclischen Diolefinen verwenden.

DE 3840772 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von heterogenen Metallocenkatalysatorkomponenten unter Verwendung von Poly(methylhydrogensiloxan).

5 Metallocene von Übergangsmetallen sind als Katalysatorkomponenten bekannt (vgl. US 45 22 982, U. 45 42 199, EP 1 28 045). Zusammen mit Aluminoxanen bilden sie homogene Übergangsmetall-Katalysatoren, welche in aromatischen und aliphatischen Kohlenwasserstoffen löslich sind. Diese Katalysatoren sind sehr aktiv. Lösliche Katalysatoren sind nachteilig, wenn sie in bestehenden technischen Anlagen eingesetzt werden sollen, da diese in der Regel für die Verwendung von heterogenen Katalysatorsystemen eingerichtet sind. Es war daher
10 wünschenswert, Metallocen-Katalysatoren zu finden, welche als unlösliche Feststoffe in Form einer Suspension verwendet werden können.

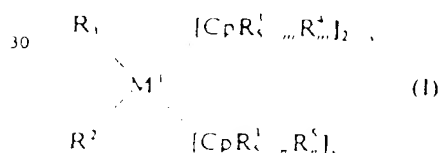
Bekannt sind Metallocen-Katalysatoren, bei welchen eine Zirkonocen- oder Titanocenkomponente und ein Aluminoxan gemeinsam aus einer Lösung auf einen silikatischen Träger aufgebracht werden (vgl. EP 2 06 794). Dieses Katalysatorsystem ist indessen wenig aktiv. Außerdem sind die Katalysatorkomponenten nicht ausreichend fest auf dem Träger verankert und können somit während der Polymerisation extrahiert werden.
15

Außerdem ist bekannt, daß Silyletherreste enthaltende Metallocenverbindungen unter Bildung von Siloxanbrücken auf silikatische Träger aufgebracht werden können (vgl. DE 37 18 888). Dafür ist es notwendig, dem Trägermaterial durch mehrstündiges Trocknen bei einer Temperatur von maximal 800°C adsorptiv gebundenes Wasser zu entziehen. Somit wird ein bestimmter Hydroxylgruppengehalt eingestellt, welcher analytisch mit
20 n-Butylmagnesiumchlorid bestimmt wird. Der so konditionierte Träger muß unter Luft- und Wasserausschluß unter Inertgas gelagert werden.

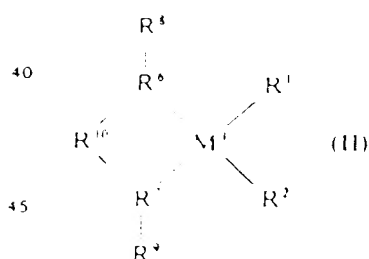
Es wurde nun gefunden, daß die obengenannten Nachteile vermieden werden können, wenn man eine geeignet substituierte Metallocenverbindung unter Hydrosilylierungskatalyse mit einem Poly(methylhydrogensiloxan) umsetzt.

25 Die Erfindung betrifft somit das in den Ansprüchen beschriebene Verfahren.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen heterogenen Metallocenkatalysatorkomponente werden Verbindungen der Formel I



35 oder der Formel II



verwendet.

50 worin

M¹ Titan, Zirkonium oder Hafnium, vorzugsweise Zirkonium ist und

Cp einen Cyclopentadienylrest bedeutet,

R¹ und R² sind gleich oder verschieden und bedeuten ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C₁–C₁₀-Alkylgruppe, eine C₁–C₁₀-Alkoxygruppe, eine C₇–C₂₀-Arylalkylgruppe, eine C₆–C₁₀-Arylgruppe, eine
55 C₆–C₁₀-Aryloxygruppe, vorzugsweise eine Alkylgruppe oder ein Halogenatom, insbesondere ein Chloratom. R¹ und R² können auch miteinander verknüpft sein und mit M¹ einen Metallocyclus bilden.

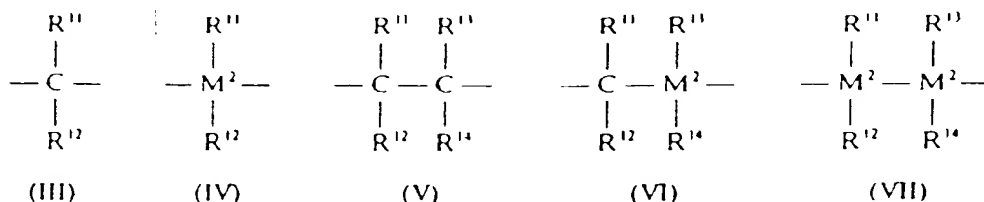
R³ bedeutet ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C₁–C₁₀-Alkylgruppe, eine C₆–C₁₀-Arylgruppe, eine C₇–C₂₀-Arylalkylgruppe, eine C₁–C₁₀-Fluoralkylgruppe oder einen Organometallrest wie C₁–C₁₀-Trialkylsilyl, C₆–C₁₀-Aryl-C₁–C₁₀-dialkylsilyl, C₁–C₁₀-Alkyl-C₆–C₁₀-diarylsilyl oder C₆–C₁₀-Triarylsilyl, R³ ist vorzugsweise ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe, insbesondere ein Wasserstoffatom.
60

R⁴ und R⁵ sind gleich oder verschieden und bedeuten eine C₂–C₁₀-Alkenylgruppe, eine C₈–C₁₂-Alkenylarylgruppe, eine C₂–C₁₀-Alkenoxygruppe, eine C₂–C₈-Alkenyl-C₁–C₈-dialkylsilylgruppe, eine C₂–C₈-Alkenyl-C₆–C₁₀-dialkylsilylgruppe oder eine C₂–C₈-Alkenyl-C₁–C₈-alkyl-C₆–C₁₀-arylsilylgruppe. R⁴ und R⁵ sind vorzugsweise eine C₂–C₁₀-Alkenylgruppe oder eine C₂–C₈-Alkenyl-C₁–C₈-dialkylsilylgruppe.

65 R⁶ und R⁷ sind gleich oder verschieden und bedeuten einen Cyclopentadienyl-, Indenyl- oder Fluorenylrest, wobei die genannten Fünfringe mit M¹ eine Sandwichstruktur bilden können. R⁶ und R⁷ sind vorzugsweise Indenylreste.

R⁸ und R⁹ sind gleich oder verschieden, bedeuten Substituenten der genannten Fünfringe R⁶ und R⁷ in 3-Stellung

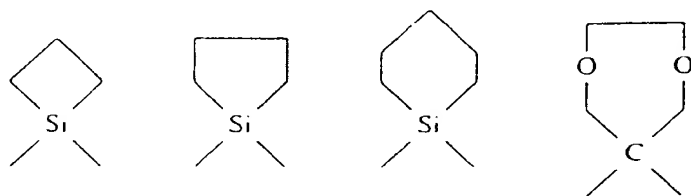
und sind eine C₂–C₁₀-Alkenylgruppe oder ein Organometallrest wie beispielsweise eine C₂–C₁₀-Alkenyl-C₁–C₁₀-dialkylsilylgruppe, eine C₁–C₁₀-Alkenyl-C₂–C₁₀-dialkylsilylgruppe, eine C₂–C₁₀-Alkenyl-C₆–C₁₀-diarylsilylgruppe oder eine C₆–C₁₀-Aryl-C₂–C₁₀-dialkenylsilylgruppe, bevorzugt sind eine Alkenyl- oder Alkenyldialkylsilylgruppe, insbesondere eine Butenyl- oder Alkyldimethylsilylgruppe, R¹⁰ hat die in den Formeln III – VII dargestellte Bedeutung



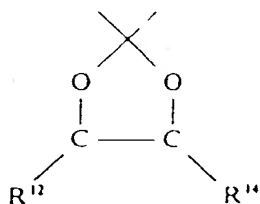
wobei

M² Silizium, Germanium oder Zinn, vorzugsweise Silizium ist und R¹¹, R¹², R¹³ und R¹⁴ gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C₁–C₁₀-Alkylgruppe, eine C₁–C₁₀-Fluoralkylgruppe, eine C₆–C₁₀-Arylgruppe, eine C₆–C₁₀-Fluorarylgruppe, eine C₁–C₁₀-Alkoxygruppe, eine C₆–C₁₀-Aryloxygruppe oder eine C₇–C₂₀-Arylalkylgruppe bedeuten, vorzugsweise eine Dialkylsilyl- und eine 1,2-Alkandiyylgruppe, insbesondere eine Dimethylsilylgruppe oder 1,2-Ethandiyylgruppe bedeuten,

R¹¹ und R¹² oder R¹³ und R¹⁴ können unter Bildung spirocyclischer Systeme wie



miteinander verknüpft sein, ebenso wie R¹¹ und R¹³ oder R¹² und R¹⁴ folgendes Ringsystem

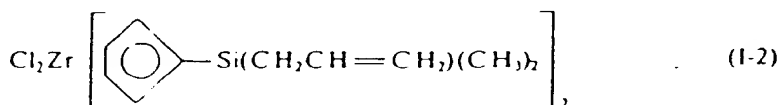
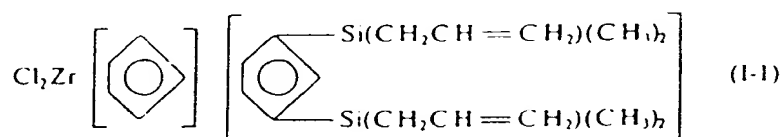


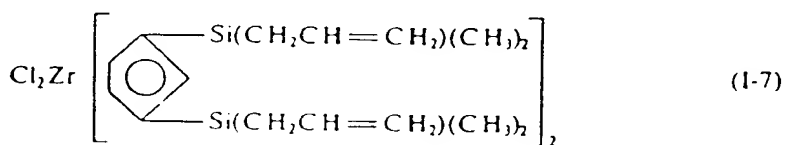
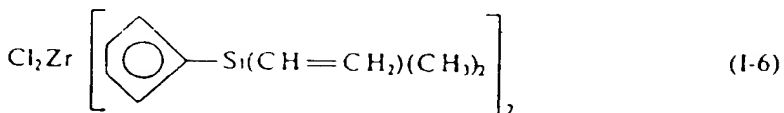
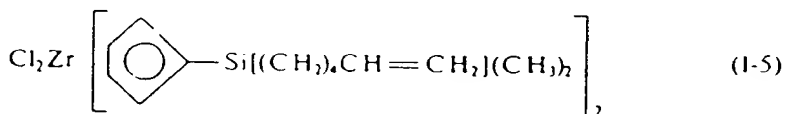
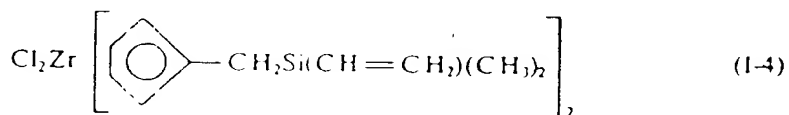
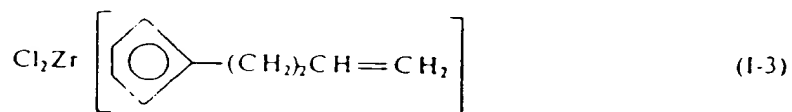
ausbilden können,

x ist null oder 1, vorzugsweise null,

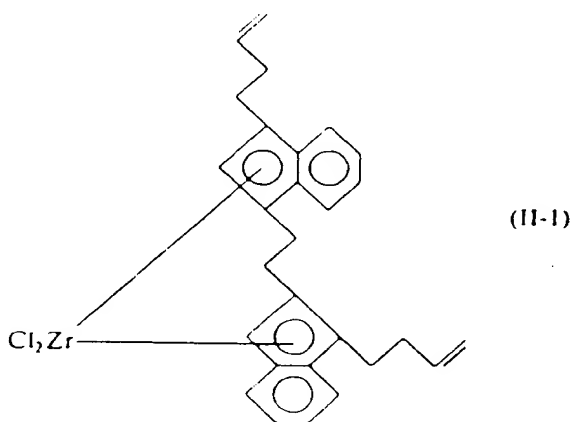
m und n sind gleich oder verschieden und bedeuten eine Zahl von null bis 5, vorzugsweise 1 bis 3, insbesondere 1.

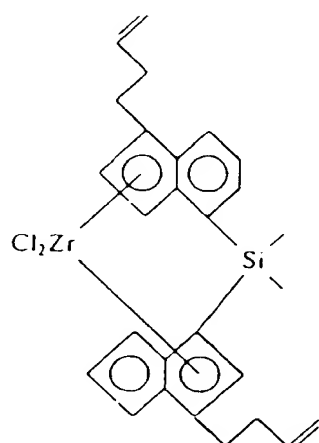
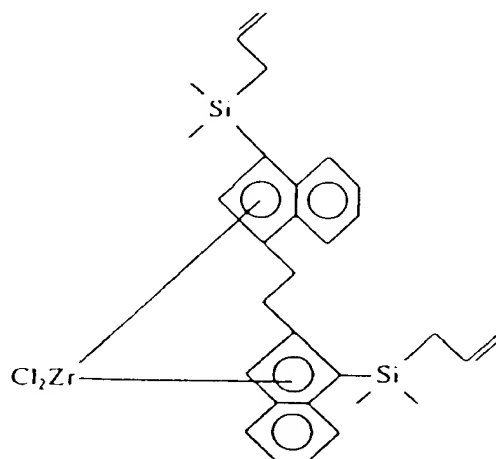
Beispiele für geeignete Metallocenverbindungen der Formel I sind



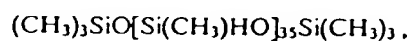


Beispiele für geeignete Metallocenverbindungen der Formel II sind

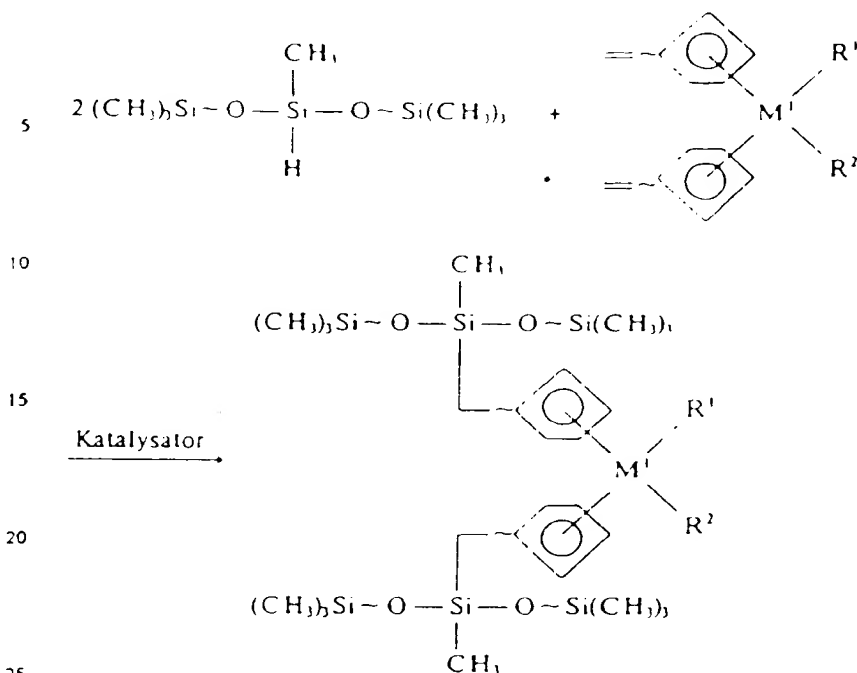




Die Metallocene enthalten mindestens zwei olefinische Funktionen, welche in einer Hydrosilylierungsreaktion, katalysiert mit einer Verbindung der 8. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente, beispielsweise Osmium, Iridium und Platin, vorzugsweise mit Platin, insbesondere mit Hexachloroplatinsäurehexahydrat, mit einem Poly(methylhydrogensiloxan), beispielsweise

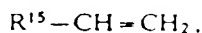


zu einem heterogenen Polymerisationskontakt nach folgendem Schema weiterreagieren:



Zur Heterogenisierung wird das Metallocen in einem Lösemittel, beispielsweise einem aliphatischen oder cycloaliphatischen Kohlenwasserstoff, beispielsweise Pentan oder Cyclohexan oder in einem aromatischen Kohlenwasserstoff, beispielsweise Toluol oder Xylol, oder in einem Ether, beispielsweise Diethylether, gelöst, das Poly(methylhydrogensiloxan) und der Hydrosilylierungskatalysator hinzugegeben und das Gemisch 5 bis 120 min, vorzugsweise 10 bis 30 min auf 20 bis 90°C, vorzugsweise 30 bis 80°C erwärmt. Daraufhin bildet sich ein grauer Niederschlag, der abfiltriert, gewaschen und getrocknet wird.

Der Reaktionsverlauf läßt sich IR-spektroskopisch aufgrund der C=C- und Si-H-Schwingungsbande verfolgen. Der erfindungsgemäß erhaltene Heterogenkontakt kann zur Polymerisation von 1-Olefinen der Formel



worin R¹⁵ Wasserstoff, eine geradkettige oder verzweigte Alkylgruppe, beispielsweise Ethylen, Propylen oder 4-Methylpenten(1) bedeutet, verwendet werden.

Außerdem kann der Kontakt auch zur Polymerisation von cyclischen Olefinen, wie beispielsweise Cyclopenten, Cyclohexen, Norbornen, Diolefinen und cyclischen Diolefinen eingesetzt werden.

Dabei wird zur Polymerisation neben dem Metallocen ein Aluminoxan als Cokatalysator, dessen Synthese bekannt ist, verwendet.

Anhand der folgenden Beispiele soll die Erfindung erläutert werden.

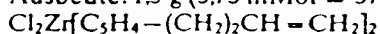
Beispiel 1

Zu 1,3 g (32,41 mMol) Kaliumhydrid in 20 cm³ THF wurden bei Zimmertemperatur 2,89 g (24,04 mMol) C₃H₄-(CH₂)₂CH=CH₂ in 50 cm³ THF gelöst, innerhalb von 3 h zugetropft und der Ansatz anschließend über Nacht gerührt. Unumgesetztes Kaliumhydrid wurde abfiltriert, mit kleinen Portionen Ether gewaschen, im Vakuum getrocknet und ausgewogen. Es waren 0,78 g (19,45 mMol).

12,95 mMol K⁺[C₃H₄-(CH₂)₂CH=CH₂]⁻ waren entstanden.

Die abfiltrierte Cyclopentadienid-Lösung wurde innerhalb von 1,5 h zu einer Suspension von 2,46 g (6,52 mMol) Cl₂Zr(THF)₂ in 20 cm³ THF bei -10°C zugetropft. Nach 4 h Rühren bei Zimmertemperatur wurde der Ansatz filtriert, das Filtrat eingedampft und der Rückstand mit einem Kohlenwasserstoff extrahiert. Nach Einengen der vereinigten Extrakte wurde der bei -40°C gebildete Niederschlag abgetrennt und im Vakuum getrocknet.

Ausbeute: 1,5 g (3,75 mMol ≈ 57%)



Die Verbindung zeigte ein der Erwartung entsprechendes ¹H-NMR-Spektrum und eine korrekte Elementaranalyse.

Beispiel 2

Es wurde analog Beispiel 1 gearbeitet, jedoch wurden in Abänderung 0,87 g (21,69 mMol) Kaliumhydrid und 3,56 g (21,67 mMol) C₃H₄-Si(CH₃)₂CH₂CH=CH₂ eingesetzt. Der Umsatz von Kaliumhydrid war vollständig

und die Menge $\text{Cl}_4\text{Zr}(\text{THF})_2$ betrug 4,08 g (10,82 mMol).

Ausbeute: 2,44 g (4,99 mMol Δ 46%)
 $\text{Cl}_2\text{Zr}[\text{C}_3\text{H}_4-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2]_2$

Die Elementaranalyse und das ^1H -NMR-Spektrum entsprachen den Erwartungen.

Beispiel 3

Es wurden 10,16 g (22,35 mMol) 1,2-[1,1'-Bis(3-allyldimethylsilylindenyl)ethan in 100 cm³ THF gelöst und 27,95 cm³ einer 1,6-n-Butyllithium-Hexan-Lösung (44,72 mMol) bei Zimmertemperatur innerhalb von 2 h zuge- 10
tropft. Nach 4 h Rühren bei ca. 60°C wurde der Ansatz eingedampft, der Rückstand in einem Kohlenwasserstoff
suspendiert, filtriert, gewaschen, getrocknet und ausgewogen. Es waren 9,39 g (20,12 mMol Δ 94%) Dilithiums-
alz entstanden.

Das Dilithiumsalz wurde in 100 cm³ Toluol suspendiert und bei Zimmertemperatur innerhalb 2 h 8,2 g (21,74 15
mMol) $\text{Cl}_4\text{Zr}(\text{THF})_2$ in 100 cm³ THF zugegeben. Nach Rühren über Nacht wurde der Ansatz eingedampft, der
Rückstand mit einem Kohlenwasserstoff extrahiert, filtriert und die vereinigten Filtrate eingedampft.

Ausbeute: 5 g (8,13 mMol Δ 40%)
Ethylen-bis[1-(3-allyldimethylsilylindenyl)zirkoniumdichlorid]

Die Verbindung zeigte eine korrekte Elementaranalyse.

Beispiel 4

0,98 g (2 mMol) der Verbindung mit der Formel I-2 wurden in 12 cm³ Toluol gelöst, 0,52 g (0,23 mMol) 25
Poly(methylhydrogensiloxan) und 0,02 g $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ hinzugefügt. Nach wenigen Minuten Erwärmung der
Mischung bildete sich eine dunkelgraue, feste Phase. Die überstehende Lösung zeigte im IR-Spektrum keine
Si-H-Schwingungsbande mehr. Daher wurde der Niederschlag abgetrennt, gründlich mit Toluol gewaschen,
um eventuell unumgesetzten, adsorptiv gebundenen Komplex zu entfernen. Anschließend wurde das Produkt im 30
Vakuum getrocknet. Der elementaranalytisch untersuchte Rückstand enthielt 10,2% Zr.

Beispiel 5

Es wurde analog Beispiel 4 gearbeitet, jedoch wurden in Abänderung 0,83 g (1,70 mMol) der Verbindung mit 35
der Formel I-2, 0,45 g (0,20 mMol) Poly(methylhydrogensiloxan) und 0,21 g $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ eingesetzt. Der
elementaranalytisch untersuchte Rückstand enthielt 8,4% Zr.

Beispiel 6

Es wurde analog Beispiel 4 gearbeitet, jedoch wurden in Abänderung 1,2 g (3 mMol) der Verbindung mit der 40
Formel I-3, 0,74 g (0,33 mMol) Poly(methylhydrogensiloxan) und 0,15 g $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ eingesetzt. Der elemen-
taranalytisch untersuchte Rückstand enthielt 9,3% Zr.

Beispiel 7 Polymerisation

In einem 1,5-dm³-Stahlautoklav wurden 900 cm³ einer Dieselölfraktion ($K_p = 100-120^\circ\text{C}$) vorgelegt und auf 45
70°C aufgeheizt. Der Reaktor wurde mit einer toluolischen Lösung von 0,25 g Methylaluminoxan und 0,01 mMol
des heterogenen Kontaktes aus Beispiel 4 beschickt. Dann wurde Ethylen bis zu einem Enddruck von 7 bar
aufgepreßt und 2 h polymerisiert. Die Katalysatorreste in der Suspension wurden mit wäßriger HCl zersetzt. 50
Das Polymere wurde isoliert, mit Aceton gewaschen und getrocknet. Man erhielt 5,1 g Polyethylen. Dies
entspricht einer Aktivität von 255 g Polymer/mMol Zr \cdot h (weitere Daten in der Tabelle).

Beispiel 8

In einem 1,5-dm³-Stahlautoklav wurden 600 cm³ einer Dieselölfraktion ($K_p = 100-120^\circ\text{C}$) und 300 cm³ Cyclo- 55
penten vorgelegt und auf 60°C aufgeheizt. Der Reaktor wurde mit einer toluolischen Lösung von 0,25 g
Methylaluminoxan und 0,01 mMol des heterogenen Kontaktes aus Beispiel 4 beschickt. Nach Aufpressen von
Ethylen bis 7 bar wurde der Ansatz 2 h polymerisiert. Die Polymer-Lösung wurde in die doppelte Menge einer
Methanol/Aceton-Mischung gegeben. Das ausgefallene Ethylen-Cyclopenten-Copolymer wurde isoliert und 60
getrocknet. Die Ausbeute betrug 4,2 g, entsprechend einer Aktivität von 210 g Polymer/mMol Zr \cdot h (weitere
Daten in der Tabelle).

Beispiel 9

In einem 1,5-dm³-Stahlautoklav wurden 900 cm³ Cyclopenten vorgelegt und mit 0,25 g Methylaluminoxan und 95
0,01 mMol des heterogenen Kontaktes aus Beispiel 4 beschickt. Nach 2stündiger Polymerisation des Ansatzes
bei 60°C wurde die Polymer-Lösung wie in Beispiel 8 aufgearbeitet. Die Ausbeute an Polymer betrug 1,6 g,

entsprechend einer Aktivität von 80 g Polymer/mMol Zr · h (weitere Daten in der Tabelle).
Beispiele 10 und 11 wurden entsprechend den Angaben in der Tabelle durchgeführt.

Tabelle

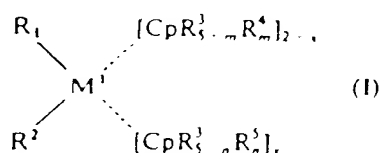
Polymerisationsdaten der Beispiele 7–11

Bsp.	Monomere	Katalysator/ Cokatalysator	Polymerisation nach Beispiel	Temp. °C	Aus- beute g	VZ cm ³ /g	M _w /M _n	Einbau- rate Gew.-%
7	Ethylen	0,01 mMol aus Bsp. 4/ 0,25 g MAO	7	70	5,1	831	—	—
8	Ethylen/ Cyclopenten	0,01 mMol aus Bsp. 4/ 0,25 g MAO	8	60	4,2	150	3,3	15
9	Cyclopenten	0,01 mMol aus Bsp. 6/ 0,25 g MAO	9	60	1,6	60	3,2	—
10	Cycloocten	0,01 mMol aus Bsp. 4/ 0,25 g MAO	9	60	1,2	20	3,5	—
11	Ethylen/ Cyclopenten	0,01 mMol aus Bsp. 6/ 0,25 g MAO	8	60	3,8	120	3,6	11

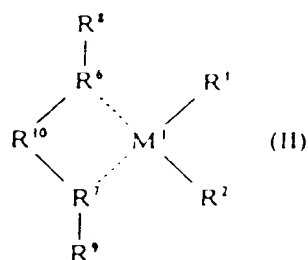
MAO = Methylaluminoxan

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer heterogenen Metallocenkatalysatorkomponente aus einem Metallocen der Formel I



oder der Formel II



worin

M¹ Titan, Zirkonium oder Hafnium, ist und

Cp einen Cyclopentadienylrest bedeutet,

R¹ und R² gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C₁–C₁₀-Alkylgruppe, eine C₁–C₁₀-Alkoxygruppe, eine C₇–C₂₀-Arylalkylgruppe, eine C₆–C₁₀-Arylgruppe oder eine C₆–C₁₀-Aryloxygruppe bedeuten, R¹ und R² auch miteinander verknüpft sein können und mit M¹ einen Metallocyclus bilden können,

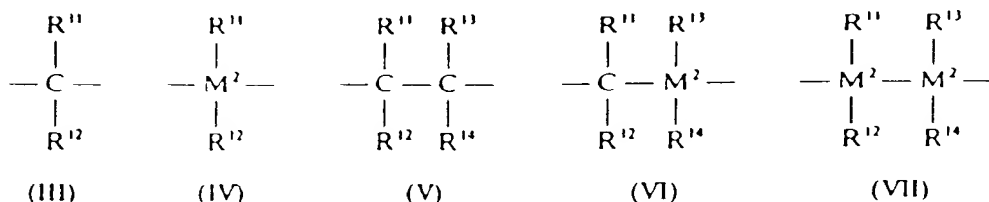
R³ ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C₁–C₁₀-Alkylgruppe, eine C₆–C₁₀-Arylgruppe, eine C₇–C₂₀-Arylalkylgruppe, eine C₁–C₁₀-Fluoralkylgruppe oder einen Organometallrest wie C₁–C₁₀-Trialkylsilyl, C₆–C₁₀-Aryl-C₁–C₁₀-dialkylsilyl, C₁–C₁₀-Alkyl-C₆–C₁₀-diarylsilyl oder C₆–C₁₀-Triarylsilyl bedeutet,

R⁴ und R⁵ gleich oder verschieden sind und eine C₂–C₁₀-Alkenylgruppe, eine C₂–C₁₂-Alkenylarylgruppe, eine C₂–C₁₀-Alkenoxygruppe, eine C₂–C₈-Alkenyl-C₁–C₈-dialkylsilylgruppe, eine C₂–C₈-Alkenyl-C₆–C₁₀-diarylsilylgruppe oder eine C₂–C₈-Alkenyl-C₁–C₈-alkyl-C₆–C₁₀-arylsilylgruppe bedeuten,

R⁶ und R⁷ gleich oder verschieden sind und einen Cyclopentadienyl-, Indenyl- oder Fluorenylrest bedeuten, wobei die genannten Fünfringe mit M¹ eine Sandwichstruktur bilden können,

R⁸ und R⁹ gleich oder verschieden sind, Substituenten der genannten Fünfringe R⁶ und R⁷ in 3-Stellung sind und eine C₂–C₁₀-Alkenylgruppe oder Organometallreste bedeuten,

R¹⁰ die in den Formeln III – VII dargestellte Bedeutung hat



wobei

M² Silizium, Germanium oder Zinn ist und

R¹¹, R¹², R¹³ und R¹⁴ gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C₁–C₁₀-Alkylgruppe, eine C₁–C₁₀-Fluoralkylgruppe, eine C₆–C₁₀-Arylgruppe, eine C₆–C₁₀-Fluorarylgruppe, eine C₁–C₁₀-Alkoxygruppe, eine C₆–C₁₀-Aryloxygruppe oder eine C₇–C₂₀-Arylalkylgruppe bedeuten, R¹¹ und R¹², R¹³ und R¹⁴, R¹¹ und R¹³ oder R¹³ oder R¹² und R¹⁴ mit den sie verbindenden Atomen ein Ringsystem ausbilden können,

x null oder 1 ist,

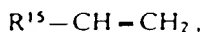
m und n gleich oder verschieden sind und eine Zahl von null bis 5 bedeuten,

und einem Poly(methylhydrogensiloxan), dadurch gekennzeichnet, das das Verfahren mit einem Katalysator bei einer Temperatur von 20–90°C und innerhalb von 5–120 min durchgeführt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator eine Verbindung der 8. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator H₂PtCl₆ · 6 H₂O ist.

4. Verwendung der nach Anspruch 1 hergestellten heterogenen Metallocenkatalysatorkomponente zusammen mit einem Aluminoxan zur Polymerisation von 1-Olefinen der Formel



worin

R¹⁵ ein Wasserstoffatom, eine geradkettige oder verzweigte Alkylgruppe bedeutet, und zur Polymerisation von cyclischen Olefinen, Diolefinen und von cyclischen Diolefinen.

